

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-158618

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)6月21日

G 11 B 5/66  
5/704

7350-5D  
7350-5D

審査請求 未請求 請求項の数 8 (全10頁)

⑮ 発明の名称 磁気記録媒体

⑯ 特 願 昭63-57918

⑰ 出 願 昭63(1988)3月11日

優先権主張 ⑱ 昭62(1987)9月21日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭62-236883

㉑ 昭62(1987)9月21日 ㉒ 日本(JP) ㉓ 特願 昭62-236884

㉔ 発 明 者 北 上 修 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社  
内

㉕ 発 明 者 藤 原 英 夫 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社  
内

㉖ 発 明 者 小 川 容 一 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号 日立マクセル株式会社  
内

㉗ 出 願 人 日立マクセル株式会社 大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

㉘ 代 理 人 弁理士 梶山 信是 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

磁気記録媒体

2. 特許請求の範囲

(1) 非磁性基板上に、非磁性下地層を介すか、あるいは介さずに軟磁性層を設け、更に該軟磁性層上に非磁性中間層を介すか、あるいは介さずに垂直磁気異方性記録層を積層した磁気記録媒体に於いて、軟磁性層の飽和磁化が少なくとも記録層の飽和磁化よりも高い材料で構成され、かつ軟磁性層の膜厚が50Å～1000Å未満の範囲内にあることを特徴とする磁気記録媒体。

(2) 前記軟磁性層はNi-Fe(パーマロイ)膜、CoまたはCo-M合金層(ここで、MはCr, Ge, Mo, Os, Pt, Re, Ru, Sb, Si, Ta, V, WおよびZnからなる群から選択される一種類の元素である)から構成される請求項(1)記載の磁気記録媒体。

(3) 前記Co-M合金における元素Mの含有率は2～20at%であり、MがCr元素である場合、

Crの含有率は12at%以下である請求項(2)記載の磁気記録媒体。

(4) 前記軟磁性層の膜厚が50～500Åの範囲内である請求項(1)～(3)の何れかに記載の磁気記録媒体。

(5) 垂直磁気異方性記録層の積層される軟磁性層が、Cr含有率12at%以下のCo-Cr合金である請求項(1)～(4)の何れかに記載の磁気記録媒体。

(6) 垂直磁気異方性記録層が、Cr含有率15～25at%のCo-Cr合金であり、その膜厚が500～3000Åの範囲内である請求項(5)記載の磁気記録媒体。

(7) 非磁性中間層の膜厚が300Å以下である請求項(1)記載の磁気記録媒体。

(8) 非磁性中間層がB, C, Ge, Mo, Si, Os, Ru, Re, Ta, Ti, Wより選ばれる元素の単体、またはこれらの元素の合金、酸化物もしくは窒化物から成る請求項(1)記載の磁気記録媒体。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は磁気記録媒体に関する。更に詳細には、本発明は広い記録密度範囲で高い出力を示す磁気記録媒体に関する。

## 〔従来の技術〕

高密度記録の需要増加の伴い、種々の新しい記録方式の検討が進められている。特に、磁気記録の分野では垂直磁気記録方式が、将来の有望な高密度記録法の一方式として、盛んに検討されている。この垂直磁気記録用の記録媒体材料としては、Co-Cr合金薄膜を中心にCo-O膜、Fe-M-O膜(M=Sn, Geなど)、アルマイト微細孔中にFeなどを電解析出させた薄膜などが検討され、それらの優れた高密度記録性能も数多くの実験により実証された感がある。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、これらの記録媒体を用いた垂直記録方式は、このように高密度記録特性に優れる反面、従来の面内記録方式で実現してきた低密度出力値

に比較し、低いという問題がある。

これは、垂直記録媒体を磁化した時に発生する膜表裏面の自由磁極により、強い反磁界が生じ記録磁化を減衰させるためである。従って、この問題に対する対策としては、垂直磁化記録層と基板の間に、軟磁性層を介在させ、軟磁性層に隣接する界面の自由磁極量を減少させる方法が考えられる。この考えは、既に特公昭58-91に開示され、いわゆる、二層膜媒体として広く検討が続けられてきた。

しかし、この種の媒体の問題点としては、第一にパーマロイなどの軟磁性層上に、例えばCo-Crなどの垂直磁気異方性層を形成すると、Co-Cr膜の結晶配向性が乱れること、第二に、Uesakaら; Journal of Applied Physics 57(1985) 3925 に開示されるように軟磁性層がスパイク状雑音を発生し良好なS/Nが得られないこと、そして第三に二層膜媒体とリングヘッドを組合せた場合、軟磁性層の存在により垂直方向のヘッド磁界がブロードになり高密度記録特性が劣化する

などの問題があった。

本発明はかかる従来垂直記録媒体が持っていた再生出力が低いという欠点を解消し、広い記録密度領域で高い再生出力を示す垂直磁気記録媒体を提供することを目的とする。

## 〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明では、非磁性基板上に、非磁性下地層を介するかあるいは介さずに軟磁性層を設け、更に該軟磁性層上に非磁性中間層を介するかあるいは介さずに垂直磁気異方性記録層を積層した磁気記録媒体に於いて、軟磁性層の飽和磁化が少なくとも垂直磁気異方性記録層の飽和磁化よりも高い材料で構成され、かつ軟磁性層の膜厚を50Å～1000Å未満の範囲内とした。

軟磁性層の形成には軟磁性特性を示す材料であれば全て使用できるが、一般的にはNi-Fe(パーマロイ)膜、CoまたはCo-M合金層(ここで、MはCr, Ge, Mo, Os, Pt, Re, Ru, Sb, Si, Ta, V, WおよびZnから

なる群から選択される一種類の元素である)から構成することが好ましい。

前記軟磁性層形成材料として、Co-M合金を使用する場合、Co-M合金における元素Mの含有率は2～20at%であり、MがCr元素である場合、Crの含有率は12at%以下であることが好ましい。

軟磁性層の膜厚は50～500Åの範囲内であることが好ましい。

軟磁性層をCr含有率が12at%以下のCo-Cr合金で構成することができる。この場合、該軟磁性層上に積層される垂直磁気異方性記録層はCr含有率15～25at%のCo-Cr合金から構成されており、その膜厚が500～3000Åの範囲内であることが好ましい。Cr含有率が12at%以下のCo-Cr合金軟磁性層の飽和磁化はCr含有率15～25at%のCo-Cr合金垂直磁気異方性記録層の飽和磁化よりも大きい。

軟磁性層と垂直磁気異方性記録層との間には、必要に応じて、膜厚が300Å以下の非磁性中間

層を介在させることができる。

非磁性中間層はB, C, Ge, Mo, Si, Os, Ru, Re, Ta, Ti, Wより選ばれる元素の単体、またはこれらの元素の合金、酸化物もしくは窒化物から構成できる。

所望により、非磁性基板と軟磁性層との間に非磁性下地層を介在させることができる。非磁性下地層はアルマイトやNi-Pの他、前記の非磁性中間層形成材料と同じ材料で形成することができる。非磁性下地層の膜厚は非磁性基体の種類や媒体の用途に応じて広範囲に変化させることができる。例えば、ハードディスクでは非磁性下地層の膜厚は約10 $\mu$ m以下であるが、一般的には5000 $\text{\AA}$ 以下である。

#### 〔作用〕

従って、本発明の磁気記録媒体は第1図～第4図に示されるような4種類の構造を有する。第1図は非磁性下地層および非磁性中間層を全く有しない磁気記録媒体であり、非磁性基板1の上に軟磁性層3が積層され、この軟磁性層上に垂直磁気

異方性記録層5が積層されている。第2図は非磁性下地層を有する磁気記録媒体であり、非磁性基板1の上に非磁性下地層2が積層され、この上に軟磁性層3および垂直磁気異方性記録層5が順次積層されている。第3図は非磁性中間層を有する磁気記録媒体であり、非磁性基板1の上に軟磁性層3が積層され、非磁性中間層4を介して垂直磁気異方性記録層5が積層されている。第4図は非磁性下地層および非磁性中間層を有する磁気記録媒体であり、非磁性基板1の上に非磁性下地層2が積層され、この上に軟磁性層3、非磁性中間層4および垂直磁気異方性記録層5が順次積層されている。

正確なメカニズムは未だ完全には解明されていないので推測の域を出ないが、本発明の磁気記録媒体の高再生出力の原因について、第5図を参照しながら説明する。

垂直磁気異方性記録層5を図のように磁化した場合、特にその遷移領域に強い漏減磁場が発生する。この影響で軟磁性層3の磁化は特に磁化遷移

領域に於いて強く傾くようになり、たとえ軟磁性層の厚さが薄くとしても、容易に磁化遷移領域の部分のみは磁束が閉じるようになる。かくして、反磁界の減少により遷移領域部の残留磁化は急増するが、ビット中心付近ではそれほど自由磁極が消失されていないので残留磁化は小さくなっている。再生出力が磁化遷移領域部の残留磁化の大きさにより支配されることを考えれば、軟磁性層厚が薄くとも高い残留磁化すなわち高い再生出力が得られるであろうことは想像に難くない。

従来の二層膜媒体の磁化状態を第6図により説明する。

非磁性基板1と垂直磁気異方性記録層5との間に、軟磁性下地層6を介在させると、第6図の矢印に示すように磁束は閉じ、記録層裏面に発生する自由磁極は下地層6の存在により全体的に消失され、ビット内の残留磁化がほぼ一様に全体的に回復され、特定領域のみの残留磁化向上作用は示されない。この場合、理想的には、垂直記録層5から漏れる磁束を充分通過させるに足る磁束密度

及び膜厚を有することが、軟磁性下地層6に要求される。従って、単純には、飽和磁束密度が高い軟磁性材料ほど、また、その膜厚が高いほど、上記目的にかなう傾向となり再生出力が向上することになる。従来の二層膜媒体中の軟磁性下地層厚は、一部にこのような思想からも厚めに設定されてきた。

しかし、本発明者等の実験によれば、軟磁性下地層の膜厚を厚くすることにより、その上に形成される垂直磁気異方性記録層自体の特性が劣化し、更に軟磁性下地層からの雑音も大きくなるのに対し、再生出力は一定値以上の軟磁性層厚で飽和することがわかった。すなわち、軟磁性下地層の厚さは再生出力レベルの点から見ればある一定の膜厚を確保できれば充分であり、それ以上に厚くしても記録層の垂直磁化特性劣化に起因する高密度記録性能の劣化そして、雑音レベルの増大のみが浮きあがるだけで特に何のメリットも無いことが確認された。

具体的に、本発明の磁気記録媒体における軟磁

性層に要求される条件を言えば、その飽和磁化が少なくとも垂直磁気異方性記録層の飽和磁化より高く、かつ膜厚が50 Å以上で1000 Å未満の範囲にあれば出力レベルの高い優れた高密度記録媒体を得ることができる。

軟磁性層の飽和磁化は垂直記録層の飽和磁化よりも極僅か高いだけで十分であり、飽和磁化の差が大きくなっても再生出力向上効果に大差はない。

一方、軟磁性層の膜厚が50 Å未満になると、再生出力が低下するが、これはおそらくこの程度の膜厚では連続的な薄膜にならず、いわゆる島状構造になるためと考えられる。また、この膜厚が1000 Åを越えると、出力が飽和しているのにも拘わらず、雑音レベルだけが高くなり、同時に、例えばこの層上にCo-Cr垂直磁気異方性膜などの多結晶膜を形成する場合には、その結晶主軸の垂直配向性を著しく乱す結果となる。これは、軟磁性層がこの程度の厚さになると、自身の結晶性を強くもつようになり、垂直磁気異方性多結晶配向膜の垂直配向性を阻害するためと考えられる。

ことがわかった。また、非磁性中間層の材料はその下に存在する軟磁性層材料及びその上に形成される垂直磁気異方性記録層材料により最適なものが存在するが、B, C, Ge, Mo, Si, Os, Ru, Re, Ta, Ti, Wより選ばれる元素の単体、またはこれらの元素の合金、酸化物もしくは窒化物はあらゆる組合せにおいて有効に配列制御層の役割を果たした。

垂直磁気異方性記録層はCo, Ni, Fe等の強磁性金属の単体またはこれらの合金類もしくはこれらと他の適当な元素との合金類から構成できる。その他の金属類も使用できる。

本発明の磁気記録媒体は軟磁性層の膜厚が薄いので、軟磁性層が磁気ヘッドから発生する磁束に対し飽和しやすく、従来の二層膜媒体に比べ記録感度が若干低下するという問題がある。しかし、この点は、実用化上、支障があるほどのものではない。

本発明の磁気記録媒体は、補助磁極励磁型薄膜ヘッドのような記録磁界を急峻にするタイプの磁

気ヘッドの膜厚は50 Å～500 Åの範囲内である。

このように、軟磁性層の厚さを従来の数千Åに比べて著しく薄くすることにより雑音が低減できる理由は定かでないが、おそらく磁壁の状態と深い関係があるものと考えられる。すなわち、大きい雑音が観測された膜では、殆どブロッホ磁壁が観察されるのに対し、本発明の好ましい膜厚範囲50～500 Åの軟磁性層膜では、ブロッホ磁壁以外のネール磁壁、くさび状磁壁が観察された。

軟磁性層と垂直磁気異方性記録層との間に非磁性中間層を介在させると、垂直磁気異方性記録層の結晶配向性が向上される。この効果は軟磁性層の膜厚が薄いほど絶大であるが、軟磁性層の膜厚が500 Å程度を越えてくる場合には、非磁性中間層の厚さを余程厚くしないと、垂直記録層の配向性を良好な状態に戻すことは困難となる。

なお、このような非磁性中間層の再生出力レベルに与える影響も検討したが、その厚さが300 Å以下であれば大きな出力の低下は見られない

気ヘッドには適さないが、逆に、軟磁性層が飽和しやすい性質のために、特にバルク型ヘッド、バルク型リングヘッドや片側アクセス型薄膜ヘッドを用いた場合には、軟磁性層の存在によるヘッド磁界の乱れがなく、垂直磁気記録層単層媒体のように高密度記録領域まで良好な垂直磁気記録を実現することができる。

軟磁性層としてCr含有率が12at%以下のCo-Cr膜を使用すると、その層上に形成されるCo-Cr垂直磁気異方性層の結晶配向性は大きく乱されない。軟磁性層を構成するCo-Cr合金におけるCrの配合量が12at%以下であると、飽和磁化が非常に高く、しかもこの組成範囲内では特殊な工程を入れずとも、面内方向保磁力が10～3000 eの面内磁化膜が安定に形成できる。こうした諸特性の結果、その上に形成される垂直磁気異方性層裏面の自由磁極量が減少し、記録磁化の垂直方向成分が増加する。

また、上記Co-Cr軟磁性層上に設けるCo-Cr垂直磁気異方性層としては、Cr含有率が

15～25at% で、膜厚が500～3000Åの範囲内にあることが好ましい。Cr含有率が15～25at%の範囲に限定される理由は、15at%未満ではCo-Cr膜の結晶学的配向が劣化し、垂直方向保磁力が高くなり、また、25at%を越えると、膜の飽和磁化が小さくなり、再生出力の低下を引き起こすためである。

また、Co-Cr垂直磁気異方性層の層厚が500Å以下では、再生出力が低下し、3000Åを越えると、磁気ヘッドの限界により記録層最下地まで記録が行えず、オーバーライト特性が劣化する。

更に、本発明の磁気記録媒体における軟磁性層として、Co-M膜（ここで、MはGe, Mo, Os, Pt, Re, Ru, Sb, Si, Ta, V, WおよびZnからなる群から選択される一種類の元素である。）を用いることができるが、これらの合金はCoリッチ領域におけるhcp相からfcc相への転移温度が高いために、通常の薄膜製造法（真空蒸着、スパッタリング等）によりこれ

らの薄膜を製造すると、安定なhcp構造をとりやすい。

本発明者等の研究によれば、これらの材料の薄膜はc軸が主に膜面垂直方向に配向したhcp構造をとり、しかも磁気特性的には保磁力の低い面内磁化的膜となる。こうした面内磁化的挙動を示す軟磁性層上にCo-Cr膜を形成すると、Co-Cr膜は軟磁性層上にエピタキシー的に成長するため、結晶配向の乱されない良好な垂直磁気異方性膜となる。従って、このように積層された膜は、面内磁化的軟磁性層と良好な垂直磁気異方性記録層の複合層となるので、垂直磁気異方性記録層の裏面に発生する自由磁極量が大幅に減少し、反磁界の減少により記録磁化の膜面垂直方向成分が大きくなる。その結果、再生出力が高められる。なお、前記Co-M層におけるM含有率は大体2～20at%の範囲にあることが好ましく、この範囲を越えると、飽和磁化の減少のためにCo-Cr垂直磁気異方性層裏面に生じる自由磁極量低減効果が弱くなる。

Co-M系軟磁性層は結晶配向性の向上効果が高いので、軟磁性層としてCo-M系薄膜を使用した場合、非磁性中間層を介在させることなく、垂直磁気異方性記録層を直接積層させることもできる。

本発明の磁気記録媒体においては、非磁性基板と軟磁性層との間に非磁性下地層を介在させることができる。非磁性下地層を介在させることにより得られる効果は、一つには、非磁性下地層を介在させることにより、軟磁性層形成時に基板表面から発生するガスを抑制し、その磁気特性を改善することにある。また、例えば、軟磁性層材料としてパーマロイ、垂直磁気異方性記録層としてCo-Crを採用する場合には、パーマロイの下地としてhcp構造をとるTi層を介在させると、Ti下地のc面の上にパーマロイの(111)面が成長し、この上にCo-Crのc面が成長しやすくなり、Co-Cr層のc軸配向性が向上するというメリットがある。

本発明の磁気記録媒体における非磁性下地層、

軟磁性層、非磁性中間層および垂直磁気異方性記録層は全てペーパードポジション法等の常用方法で成膜させることができる。言うまでもなく、その他の成膜方法も使用できる。

ペーパードポジション法とは、気体あるいは真空空間中において、析出させようとする物質又はその化合物を蒸気あるいは、イオン化した蒸気として基体上に析出させる方法を意味し、これには真空蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法、イオンビームデポジション法、クラスタイオンビーム法、CVD法、プラズマ重合法などがある。

本発明の磁気記録媒体に使用される非磁性基板としては、ポリイミド、ポリエチレンテレフタレート等の高分子フィルム、ガラス類、セラミック、アルミ、陽極酸化アルミ、黄銅などの金属板、Si単結晶板、表面を熱酸処理したSi単結晶板などがある。この非磁性基板は必要に応じて、平面研磨やテクスチャリング加工を行うためのニッケル・リン系合金層やアルマイト処理層等の下地

研磨層を設けることもできる。

また、磁気記録媒体としては、ポリエステルフィルム、ポリイミドフィルムなどの合成樹脂フィルムを基体とする磁気テープや磁気ディスク、合成樹脂フィルム、アルミニウム板およびガラス板等からなる円盤やドラムを基体とする磁気ディスクや磁気ドラムなど、磁気ヘッドと摺接する構造の種々の形態を包含する。

#### 【実施例】

以下、本発明の磁気記録媒体を実施例により更に詳細に説明する。

#### 実施例 1

厚さ  $40\mu\text{m}$  のポリイミドフィルム基板上に組成の異なる Co-Cr 膜を  $100\text{\AA}$  蒸着し、その磁気特性の Cr 含有率依存性を調べた。

その結果を第 7 図に示す。第 7 図に示された特性曲線から明らかなように、Cr 含有率が約 12 at% 以下で保磁力が低く、飽和磁化の高い膜となることが分かる。

次に、Cr 含有率が 9 at% の Co-Cr 軟磁性

層上に連続的に、Cr 含有率 19 at% の Co-Cr 垂直磁気異方性記録層を膜厚  $0.15\mu\text{m}$  積層した。但し、Cr 含有率 9 at% の Co-Cr 軟磁性層の膜厚を  $0\sim 0.5\mu\text{m}$  の範囲内で変化させた。軟磁性層の飽和磁化は  $800\text{G}$  であり、垂直記録層の飽和磁化は  $550\text{G}$  であった。このようにして作製された試料から、3.5 インチディスクを打ち抜き、得られた各々の媒体をアモルファス・フェライト複合型リングヘッド（ギャップ長  $0.21\mu\text{m}$ ）により記録再生評価した。測定結果を第 8 図および第 9 図に示す。

第 8 図は、 $1\text{kfc i}$  (flux changes per inch) の記録密度における規格化再生出力、及び低域出力が半減する記録密度  $D_{50}$  の軟磁性層厚依存性を示す。この図より、Co-9 at% Cr 軟磁性層厚と共に出力が増し、約  $50\text{\AA}$  以上で飽和に近づくことが分かる。また Co-9 at% Cr 軟磁性層厚が  $500\text{\AA}$  を越えると、 $D_{50}$  が低下し、高密度記録性能が劣化することが分かる。

一方、第 9 図は DC イレースした場合のノイズ

を示すが、Co-9 at% Cr 軟磁性層厚が  $500\text{\AA}$  を越えるとノイズが急激に増大することが分かる。

以上の結果より、Cr 含有率が 12 at% 以下の Co-Cr 軟磁性層を使用した場合、該軟磁性層の膜厚が  $50\sim 500\text{\AA}$  の場合に高い低域出力及び優れた高密度記録性能の得られることが分かる。

#### 実施例 2

厚さ  $40\mu\text{m}$  のポリイミドフィルム基板上に組成の異なる Co-W 膜を  $200\text{\AA}$  スパッタし、その磁気特性及び Co-W hcp 構造 c 軸配向性の W 含有率依存性を調べた。

その結果を第 10 図に示すが、図中の  $\Delta D_{50}$  という量は、Co-W 膜 hcp (002) 回折面のロッキング曲線半値幅である。第 10 図に示された特性曲線から明らかなように、W 含有率が  $2\sim 20\text{at\%}$  の範囲内では、飽和磁化及び結晶配向性が高く、かつ保磁力の低い膜が形成できることが分かる。なお、これと同様の傾向は W 以外の Ge, Mo, Os, Pt, Re, Ru, Sb,

Si, Ta, V, Zn でも観察され、添加元素の違いによる最適組成の若干のズレはあるものの、元素添加量  $2\sim 20\text{at\%}$  の範囲内に於いて、殆ど良好な軟磁性層が形成できた。

次に W 含有率が 10.5 at% の Co-W 軟磁性層上に連続的に Cr 含有率約 18 at% の Co-Cr 垂直磁気異方性記録層を膜厚  $0.17\mu\text{m}$  積層した。但し、面内磁化下地層の膜厚は  $0\sim 0.5\mu\text{m}$  の範囲内で変化させた。軟磁性層の飽和磁化は  $960\text{G}$  であり、垂直記録層の飽和磁化は  $600\text{G}$  であった。このようにして作製された試料から、3.5 インチディスクに打ち抜き、得られた各々の媒体をアモルファス・フェライト複合型リングヘッド（ギャップ長  $0.16\mu\text{m}$ ）により記録再生評価した。測定結果を第 11 図および第 12 図に示す。

第 11 図は  $1\text{kfc i}$  (flux changes per inch) の記録密度における規格化再生出力及び低域出力が半減する記録密度  $D_{50}$  の軟磁性層厚依存性を示す。この図より軟磁性層厚の増加と共に出

力が増し、約 50 Å 以上から飽和に近づくことが分かる。

また、軟磁性層厚が 1000 Å を越えると、 $D_{50}$  が低下し高密度記録性能が劣化することが分かる。

一方、第 12 図は DC イレースした場合のノイズを示すが、軟磁性層厚が 1000 Å を越えるとノイズが急激に増大することが分かる。

以上の結果より、Co-M (ここで、M は Ge, Mo, Os, Pt, Re, Ru, Sb, Si, Ta, V, W および Zn からなる群から選択される一種類の元素である) 合金系軟磁性層の場合、該軟磁性層の膜厚が 50 Å ~ 1000 Å の場合に高い低域出力及び高密度記録性能の得られることが分かる。

#### 実施例 3

真空蒸着法により、厚さ 50 μm のポリイミドフィルム基板上に順次 Ti, Ni, Fe, Co, Cr を各々 300 Å, 0 ~ 2000 Å, 2100 Å 積層した。膜形成時の基板温度は

250℃、真空度は  $2 \times 10^{-5}$  Torr ~  $4 \times 10^{-6}$  Torr とした。軟磁性層の飽和磁化は 830 G であり、垂直記録層の飽和磁化は 360 G であった。このようにして、作製した試料の Co-Cr 膜の磁気特性は Kerr 効果により測定し、Co-Cr 膜 hcp 構造の c 軸配向性は (002) 面ロッギング曲線の半値幅  $\Delta\theta_{50}$  より求めた。

第 13 図は Ni-Fe 膜厚に対する Co-Cr 膜垂直方向保磁力  $H_{c\perp}$  及び  $\Delta\theta_{50}$  の依存性を示す。Ni-Fe 膜の厚さが 1000 Å 程度になると  $\Delta\theta_{50}$  が増大し、 $H_{c\perp}$  が低下することがわかる。

また、前記のようにして作製した試料を 3.5 インチディスクに打抜き、ギャップ長 0.19 μm のアモルファスフェライト複合型リングヘッドにより記録再生評価した。記録密度 10 kbps の出力 S、雑音レベル N 及び出力が半減する記録密度  $D_{50}$  の評価結果を下記の表 1 に要約して示す。なお、出力及び雑音レベル共に Ni-Fe 膜厚 0 Å の場合を 0 dB とした。

表 1

| Ni-Fe 膜厚<br>(Å) | S<br>(dB) | N<br>(dB) | $D_{50}$<br>(kFCI) |
|-----------------|-----------|-----------|--------------------|
| 0               | 0         | 0         | 165                |
| 50              | +3.8      | +0.08     | 171                |
| 150             | +3.9      | +0.08     | 167                |
| 300             | +3.9      | +0.12     | 170                |
| 500             | +4.0      | +0.15     | 160                |
| 700             | +4.0      | +0.6      | 138                |
| 1000            | +3.8      | +3.5      | 95                 |
| 2000            | +3.5      | +6.0      | 60                 |

表 1 に示された結果から、Ni-Fe の膜厚が 50 Å ~ 500 Å の範囲では高い出力及び  $D_{50}$  を実現できるが、500 Å を越えると雑音レベルが高くなることが理解される。

#### 実施例 4

真空蒸着法により、厚さ 50 μm のポリイミドフィルム基板上に順次 Ti, Ni, Fe, Ge, Co, Cr を各々 300 Å, 100 Å, 0 ~ 1000 Å, 1600 Å 積層した。膜形成時の基板温度は 250℃、真空度は  $2 \times 10^{-5}$  ~  $4 \times 10^{-6}$  Torr とした。軟磁性層の飽和磁化は 830 G であり、垂直記録層の飽和磁化は 4

90 G であった。このようにして作製した試料を 3.5 インチディスクに打抜き、実施例 1 と同様の方法で記録再生評価した。結果を下記の表 2 に示す。なお、この表に於いて、Ge 膜厚の出力レベルを 0 dB とした。

表 2

| Ge 膜厚<br>(Å) | S<br>(dB) | $D_{50}$<br>(kFCI) |
|--------------|-----------|--------------------|
| 0            | 0         | 165                |
| 50           | +4.0      | 168                |
| 100          | +4.1      | 166                |
| 300          | +3.9      | 165                |
| 500          | +2.0      | 170                |
| 1000         | +0.3      | 163                |

表 2 に示された結果から明らかなように、非磁性中間層を構成する Ge の膜厚が 300 Å を超えてくると出力が大幅に低下する。

#### 実施例 5

真空蒸着法により、厚さ 75 μm の PET フィルム上に順次 Co, Ti, Co-O を各々 0 ~ 1000 Å, 150 Å, 2500 Å 積層した。膜形成時の基板温度は、25℃ とし、また Co-O 膜

形成時には真空槽内に $O_2$ ガスを導入し、 $4 \times 10^{-4}$  Torr一定分圧のもとで、 $Co$ 蒸気を基板面垂直方向から堆積させた。軟磁性層の飽和磁化は1400 Gであり、垂直記録層の $Co-O$ 膜の飽和磁化は500~550 Gの範囲内にあり、垂直方向保磁力及び記録再生特性評価は実施例1と同様の方法で行った。結果を下記の表3に要約して示す。

表3

| $Co$ 膜厚<br>(Å) | S<br>(dB) | N<br>(dB) | $D_{50}$<br>(kFCI) |
|----------------|-----------|-----------|--------------------|
| 0              | 0         | 0         | 146                |
| 30             | +2.1      | +0.12     | 148                |
| 50             | +4.3      | +0.12     | 145                |
| 100            | +4.4      | +0.14     | 145                |
| 300            | +4.4      | +0.13     | 147                |
| 500            | +4.3      | +0.17     | 143                |
| 700            | +4.2      | +1.2      | 116                |
| 1000           | +3.4      | +5.3      | 89                 |

表3における10 kBPIの出力レベルSは、 $Co$ 軟磁性層の膜厚が0の場合を0 dBとした。

表3に示された結果から、 $Co$ 軟磁性層の膜厚が1000 Å付近になると出力が低下し、雑音レ

ベルが高くなることが理解される。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明の磁気記録媒体では、軟磁性層の飽和磁化が磁気異方性垂直記録層の飽和磁化よりも高く、軟磁性層の膜厚を50 Å~1000 Åの範囲内とすることにより、高密度記録性能を損なうことなく、再生出力を大幅に向上させることに成功した。

#### 4.図面の簡単な説明

第1図~第4図は本発明の磁気記録媒体の断面構造を示す部分概要図、第5図は本発明の磁気記録媒体内の磁化状態を説明するための模式図、第6図は従来の二層膜磁気記録媒体内の磁化状態を説明するための模式図、第7図は実施例1の磁気記録媒体における $Co-Cr$ 軟磁性層磁気特性の $Cr$ 含有率依存性を示す特性曲線、第8図は実施例1の磁気記録媒体における低密度出力および高密度記録性能指数 $D_{50}$ の軟磁性層膜厚依存性を示す特性曲線、第9図は実施例1の磁気記録媒体におけるDCイレースノイズの軟磁性層膜厚依存

性を示す特性曲線、第10図は実施例1の磁気記録媒体における $Co-W$ 軟磁性層磁気特性の $W$ 含有率依存性を示す特性曲線、第11図は実施例2の磁気記録媒体における低密度出力および高密度記録性能指数 $D_{50}$ の軟磁性層膜厚依存性を示す特性曲線、第12図は実施例2の磁気記録媒体におけるDCイレースノイズの軟磁性層膜厚依存性を示す特性曲線、第13図は $Ni-Fe$ 軟磁性層膜厚に対する $Co-Cr$ 膜垂直方向保磁力 $H_{c\perp}$ 及び $\Delta\theta_{50}$ の依存性を示す特性図である。

1…非磁性基板、2…非磁性下地層、3…軟磁性層、4…非磁性中間層、5…垂直記録層、6…従来の軟磁性下地層

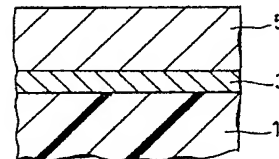
#### 特許出願人

日立マクセル株式会社

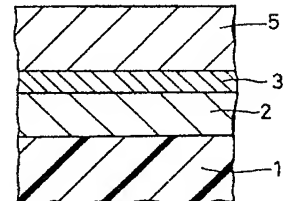
代理人 弁理士 堀 山 佑 是

弁理士 山 本 富士男

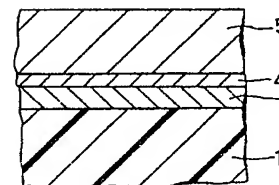
第 1 図



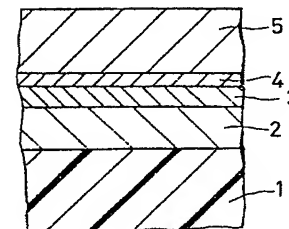
第 2 図



第 3 図

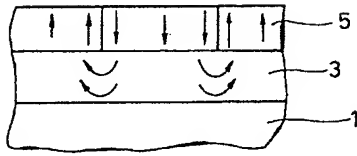


第 4 図

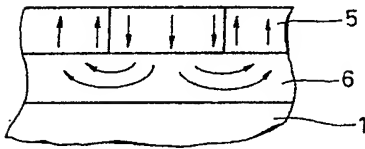




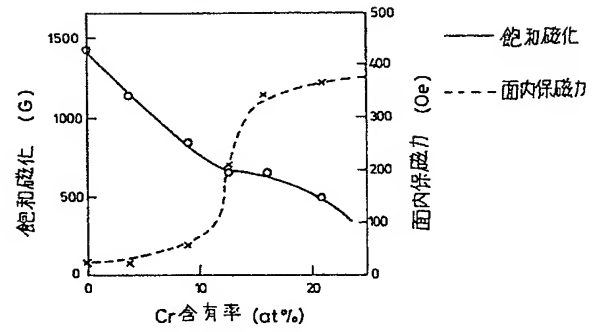
第 5 図



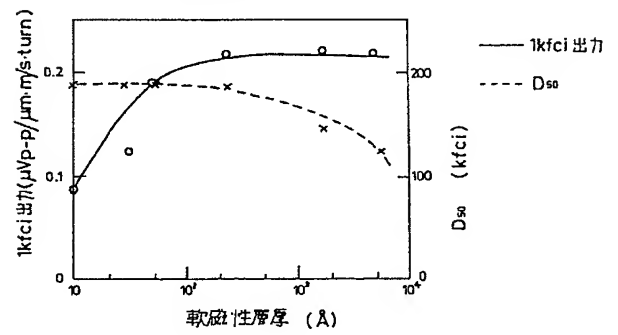
第 6 図



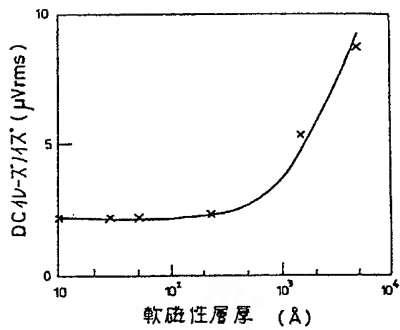
第 7 図



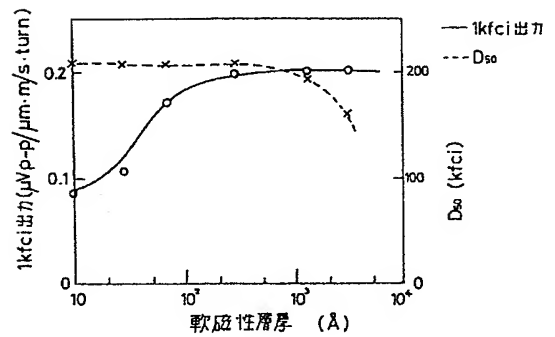
第 8 図



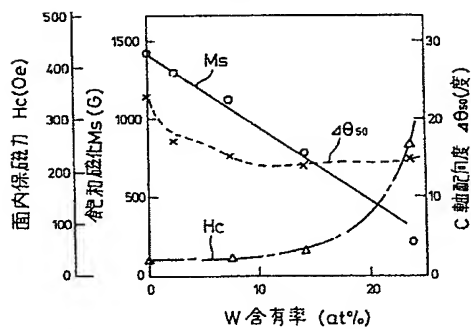
第 9 図



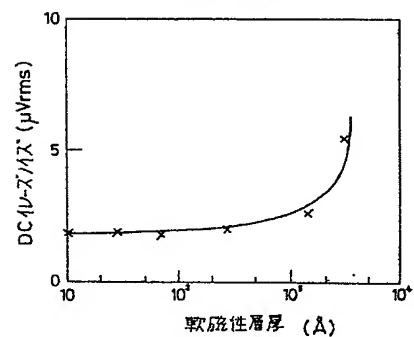
第 11 図



第 10 図



第 12 図



第 13 図

